

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-251698

(43)Date of publication of application : 17.09.1999

(51)Int.Cl. H05K 1/09
H01L 23/12
H05K 1/02

(21)Application number : 10-050481 (71)Applicant : DENKI KAGAKU KOGYO KK

(22)Date of filing : 03.03.1998 (72)Inventor : TSUJIMURA YOSHIHIKO
NAKAMURA YOSHIYUKI
FUSHII YASUTO
TERANO KATSUNORI

(54) CIRCUIT BOARD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly reliable circuit board having a high heat cycle resistance.

SOLUTION: A circuit board is manufactured by forming a metallic circuit on one surface of a ceramic substrate and a metallic heat radiating sheet on the other surface of the substrate; and constituting the metallic circuit and/or metallic heat radiating sheet of clad foil composed of three or more different kinds of metals. The first kind of metal is bonded to the ceramic substrate, and the end section of the first kind of metal is protruded from the end section of the second kind of metal. The first, second, and third kinds of metals are aluminum, nickel, and copper, respectively, and the protruded length of the first kind of metal from the second kind of metal is adjusted to $\geq 100 \mu\text{m}$.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3734359

[Date of registration] 28.10.2005

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] the edge of the second metal with which it comes to form a metal heat sink in one field of a ceramic substrate in the field of a metallic circuit and another side, and it is the clad foil which consists of the second and three or more sorts of more than [third] different metals, and, as for the metallic circuit and/or a metal heat sink, comes to join the first metal to a ceramic substrate for a start, and the edge of the first metal moreover adjoins it -- ***** -- the circuit board characterized by things.

[Claim 2] The circuit board according to claim 1 which is the clad foil with which aluminum consists [the first metal] and nickel and the third metal consist [the second metal] of copper, pushes out as for the first metal to the second metal, and is characterized by die length being 100 micrometers or more.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention aims at improving the dependability of the circuit board about amelioration of the circuit board by which it comes to prepare a metallic circuit and a metal heat sink in a ceramic substrate. The circuit board of this invention is suitable for the assembly of the power module of electronic parts etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, with high-performance-izing of industrial devices, such as a robot and a motor, changes of power modules, such as large power and a quantity efficiency inverter, are progressing, and the increment also of the heat generated from a semiconductor device is being enhanced. In order to carry out stripping of this heat efficiently, more various approaches than before have been taken in the power module substrate. Since the ceramic substrate which has good heat conduction especially recently can be used, on the substrate, metal plates, such as a copper plate, are joined, and since nickel plating etc. is processed, remaining as it is or the structure of mounting a semiconductor device is also being adopted after forming a circuit.

[0003] Although such a module has been used for an easy machine tool at the beginning, it has come to be used for the mechanical component of a welder and an electric car, and an electric vehicle in the past several years, and the endurance under a severer environmental condition and the further miniaturization have come to be required. Then, the improvement of endurance to the increment in the metallic circuit thickness for raising current density, a thermal shock, etc. is required also from a ceramic substrate, and it corresponds by new manufacture research of a ceramic sintered compact.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Conventionally, although the circuit board currently used widely is a thing of structure which makes it come to form a copper circuit in an alumina substrate or an alumimium nitride substrate, in order that it may raise the dependability over the further thermo-cycle-proof nature, recently, the thing which made the aluminum circuit form in an alumimium nitride substrate is developed. However, since aluminum is inferior to copper in electrical characteristics, such as current density, by the time such the circuit board spreads widely, it will not have resulted.

[0005] This invention is made in view of the above, and the purpose is offering the circuit board of the high-reliability excellent in thermo-cycle-proof nature.

[0006]

[Means for Solving the Problem] As for this invention, it comes to form a metal heat sink in one field of a ceramic substrate in the field of a metallic circuit and another side. Namely, the metallic circuit and/or a metal heat sink the edge of the second metal with which it is the clad foil which consists of the second and three or more sorts of more than [third] different metals, and comes to join the first metal to a ceramic substrate for a start, and the edge of the first metal moreover adjoins it -- ***** -- it is the circuit board characterized by things. Especially, it is the clad foil with which aluminum consists [the first metal] and nickel and the third metal consist [the second metal] of copper in this circuit

board, the first metal to the second metal pushes out, and it is characterized by die length being 100 micrometers or more.

[0007]

[Embodiment of the Invention] If this invention is explained in more detail, since the high voltage of hundreds of A and thousands of volts and a high current will flow into the metallic circuit part of the circuit board hereafter, current and a copper circuit are mainly used. However, in order for change of the environment at the time of use, the heat by switching, etc. to repeat and receive a thermal shock, the problem on which a copper circuit exfoliates from the interface of a ceramic substrate with the thermal stress by the differential thermal expansion of copper and the ceramics had arisen.

[0008] It is decided by tensile strength or proof stress that the magnitude will be the mechanical property in which not only coefficient of thermal expansion but the metal itself has the thermal stress by the differential thermal expansion of copper and the ceramics, and the Lord. Therefore, although what is necessary is just to use a metal with tensile strength and proof stress smaller than copper in order to make thermal stress mitigate, for the moment, the metal which has such a property and moreover has electrical characteristics comparable as copper is not existing.

[0009] Then, these people proposed forming a metallic circuit and/or a metal heat sink with the clad foil which consists of three or more sorts of different metals (Japanese Patent Application No. No. 253076 [nine to], Japanese Patent Application No. No. 305634 [nine to]). Namely, it sets for a start in the clad foil which consisted of the second, the third, or three or more sorts of different metals beyond it. By joining the first small metal of tensile strength or proof stress to a ceramic substrate The thermal stress by the differential thermal expansion of a between [the first metal and a ceramic substrate] is reduced, and it considers as the clad foil structure where the second metal was made to intervene so that the third good metal of electrical characteristics may be reacted and diffused with the first metal and it may not suit on it.

[0010] Since a metallic circuit and/or a metal heat sink can be formed by etching by considering as such clad foil structure, there is the advantage in which constraint is hardly received in the pattern configuration. However, there was a possibility that the dependability of the circuit board raised with much trouble might be spoiled as a result of being in the condition that the edge of the first metal was able to be scooped out and stress's concentrating on the part, since the dissolution rates to the etching reagent of each metal which constitutes the clad foil differ and especially the first metal dissolves more quickly than the second and third metal.

[0011] Then, this invention persons find out that it is avoidable from a highly reliable fear of being spoiled by adjusting etching conditions by considering as the structure made [the edge of the first metal joined to the ceramic substrate] to push out rather than the edge of the second metal contiguous to the metal, as a result of inquiring further.

[0012] As the quality of the material of the ceramic substrate used by this invention, although it is silicon nitride, alumimium nitride, an alumina, etc., alumimium nitride is suitable for the power module. Since endurance will be lost if too thin [as thickness of a ceramic substrate, if too thick, thermal resistance will become large, and], about 0.5-0.8mm is desirable.

[0013] The shape of front planarity of a ceramic substrate is important, and since a very small defect, a very small hollow, etc. have a bad influence in case they join the metal plate which are a metallic circuit, metal heat sinks, or those precursors to a ceramic substrate, its smooth thing is desirable. Therefore, as for a ceramic substrate, it is desirable that polish processing by the honing process, machining, etc. is performed.

[0014] When the configuration metal of the clad foil used by this invention is explained, tensile strength and proof stress are small, as the first metal with the role which reduces the thermal stress by the differential thermal expansion with the ceramics, aluminum, lead, platinum, etc. are desirable and especially aluminum is desirable especially. Moreover, as the third good metal of electrical characteristics, copper, silver, gold, aluminum, etc. are desirable and especially copper is desirable especially. As the second metal contiguous to the first metal, although titanium, a zirconium, molybdenum, a tungsten, nickel, etc. are desirable, especially nickel is desirable especially. As thickness

of the configuration metal of a clad foil, it is desirable that 30-200 micrometers and the second metal are [5-30 micrometers and the third metal] 100-500 micrometers for the first metal.

[0015] In this invention, the first metal to the second metal pushes out, and since die length does not hurt the high-reliability of clad foil structure, set it to 300 micrometers or more especially 100 micrometers or more preferably 10 micrometers or more.

[0016] In order to push out and to form the metallic circuit and/or metal heat sink of structure, it can carry out by the approach of joining the pattern of the approach of etching the zygote of a ceramic substrate and a clad foil by such first metal, the circuit pierced from the clad foil, and/or a heat sink to a ceramic substrate etc., and the active metal soldering method is used as the junction approach in these cases.

[0017] In the case of the approach of etching the zygote of a ceramic substrate and a clad foil, the class of the etching reagent and processing conditions are devised, and it performs them. For example, an etching reagent which the first metal is not dissolved but the second and the third metal dissolve first is prepared. For example, aluminum and the second metal of the etching reagent are [nickel and the third metal] hydrogen-peroxide-solution solutions etc., when the first metal is copper. Subsequently, although the pattern by the second and the third metal will be formed if it etches after printing to the pattern which asks for etching resist to the above-mentioned zygote, the first metal is still in a solid condition. Then, after masking the pattern by the second and the third metal, it etches so that it may want and push out using alkali water solutions, such as the etching reagent which dissolves the first metal, for example, caustic alkali of sodium etc., etc. and die length may remain.

[0018] Furthermore, the zygote of a ceramic substrate and a clad foil is etched using the etching reagent which all the metals that constitute the clad foil dissolve, for example, a cupric-chloride water solution, a ferric-chloride water solution, etc. In this case, although a pattern is formed with all the metals that constitute the clad foil, it is in the condition that the edge of the first metal with a quick etch rate was scooped out by coincidence. Then, after leaving the part which pushes out as for the request by the first metal, and serves as die length and masking the second and the third metal, it can push out and the metallic circuit and/or metal heat sink of structure can be made to form also by the approach of etching with the etching reagent which dissolves the second and third metal.

[0019] In this invention, although there is especially no limit about the condition of the edge of the third metal, it is desirable for there to be nothing ***** to the edge of the second metal, and, as for the edge of the third metal, it is desirable to be located the edge of the second metal, an equivalent location, or inside the edge of the second metal.

[0020] The active metal soldering method used by this invention is indicated by JP,60-177634,A, for example. The metal component of wax material uses aluminum and silicon as a principal component, and in order to secure wettability with the ceramic substrate at the time of melting, it uses an active metal as an accessory constituent. An active metal component reacts with a ceramic substrate, generates an oxide and a nitride, and makes firm association with wax material and a ceramic substrate. If the example of an active metal is given, they will be titanium, a zirconium, a hafnium, niobium, a tantalum, vanadium, and these compounds. As these ratios in this invention, they are per total quantity 100 weight section of aluminum 70 - 95 weight sections, silicon 30 - 5 weight sections, and copper 0 - 5 weight sections, an active metal 1 - 30 weight sections. 560-640 degrees C of virtual junction temperature are desirable.

[0021]

[Example] Hereafter, an example and the example of a comparison are given and this invention is explained concretely.

[0022] Examples 1-6 At the example 1 of a comparison - an amount rate of duplexs, the aluminium-powder 86 section, The toluene solution of the terpeneol 15 section and poly isobutyl methacrylate is added to the mixed powder 100 section which consists of the silicon powder 10 section, the copper powder 4 section, and the hydrogenation titanium powder 15 section. It kneaded, the wax material paste was prepared and it was applied to both sides of an aluminium nitride substrate (58mmx32mmx0.65mm bending strength: dimension : 40kgf/mm] 2 thermal conductivity : 170 W/m-K). The coverage in that

case (after desiccation) is 3 mg/cm². It carried out.

[0023] Next, contact arrangement of the aluminum plate (99.5% dimension: purity : 58mmx32mmx 0.1mm) was carried out in the spreading side of a wax material paste, under the high vacuum of 1x10 to 5 or less Torr of degree of vacuums, after heating at the temperature of 640 degrees C for 30 minutes, it cooled at the temperature fall rate for 2-degree-C/, and the zygote was manufactured.

[0024] Then, the nickel side was contacted to the aluminum side, and was laid, and it joined to the aluminum side in both sides of the above-mentioned zygote by heat-treating the clad foil which consists of nickel (58mmx32mmx10micrometer) and copper (58mmx32mmx0.3mm) at the junction furnace of an infrared-heating method on the bottom of the high vacuum of 0.1 or less Torr of degree of vacuums, and the conditions for 630 degree-Cx 5 minutes.

[0025] The first metal of the obtained zygote is the structure where both sides of an aluminum nitride substrate come to join the clad foil nickel and whose third metal aluminum and the second metal are copper in the aluminum side.

[0026] Subsequently, after applying UV hardening type etching resist to the front rear face of this zygote by screen-stencil, it etched on the conditions shown in Table 1, and the circuit board was produced.

Since the pattern was formed by all the configuration metals of a clad foil after the first processing in the examples 1, 3-6, it was shown in Table 1, pushed out, it left the part of die length, resist printing was performed again, and the second processing was performed. Moreover, although the pattern was formed with the second and the third metal in the example 2 in the phase which performed the first processing, since the first metal was in the solid condition, after it performed the second processing and made the rough pattern which pushes out and has a part form, it performed the third processing after resist printing again, and produced the circuit board which is shown in Table 1 and which pushes out and has die length. The example 1 of a comparison continued the first processing and the second processing, and performed them.

[0027] About the circuit board produced through processing of these single strings, the first metal (aluminum) to the second metal (nickel) pushed out, and the cross section of the part was measured for die length by SEM observation, after grinding, cutting and resin embedding, and. although the result in those metal time road surfaces was shown in Table 1, it can set to a metal heat sink side -- it pushed out and die length was almost equivalent to a metal time road surface and it. Table 1 -- setting -- pushing out -- "+" of die length -- the second metal -- receiving -- ***** -- things -- it is shown that an example and "-" are scooped out. Moreover, when the edge of the third metal (copper) pushed out and having been observed also about the condition, as for ***** and its edge, all were located inside the edge of the second metal.

[0028] Furthermore, the thermo-cycle trial which makes neglect 1 cycle for 25 degree-Cx 10 minutes was performed among mind and after -40 degree-Cx 30-minute maintenance, and the number of cycles in which a metallic circuit or a metal heat sink exfoliates was measured. Those results are shown in Table 1.

[0029]

[Table 1]

【表 1】

		第一処理				第二処理				第三処理				第一の金属のせり出し長さ μm	金属の剝離発生開始サイクル数 回
		溶液の種類	温度℃	濃度mol%	時間分	溶液の種類	温度℃	濃度wt%	時間分	溶液の種類	温度℃	濃度wt%	時間分		
実施例	1	CuCl ₂	50	1.5	30	H ₂ O ₂	50	10	10	—	—	—	—	+500	10000
	2	H ₂ O ₂	60	15%	60	NaOH	50	5	20	H ₂ O ₂	60	10	10	+500	10000
	3	FeCl ₃	50	1.5	30	H ₂ O ₂	50	10	10	—	—	—	—	+1000	20000
	4	FeCl ₃	50	1.5	30	H ₂ O ₂	50	2	5	—	—	—	—	+30	5000
	5	FeCl ₃	50	1.5	30	H ₂ O ₂	50	5	5	—	—	—	—	+100	6000
	6	FeCl ₃	50	1.5	30	H ₂ O ₂	50	10	5	—	—	—	—	+200	8000
比較例	1	H ₂ O ₂	60	15%	60	NaOH	50	5	20	—	—	—	—	-200	3200
	2	CuCl ₂	50	1.5	30	—	—	—	—	—	—	—	—	-150	3100

[0030] The silicon nitride substrate (bending strength: 1000kg[mm] 2 thermal conductivity : 70 W/m-K) was used instead of the example 7 aluminium-nitride substrate, and the circuit board equivalent to an example 1 which pushes out and has structure was produced according to the example 1 except having used aluminum and the second metal as chromium and having used the third metal as copper for the first metal. Consequently, the metaled number of exfoliation generating initiation cycles was 50000 times.

[0031]

[Effect of the Invention] According to this invention, the circuit board of the high-reliability excellent in thermo-cycle-proof nature is offered.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-251698

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 5 K 1/09

H 0 5 K 1/09

C

H 0 1 L 23/12

1/02

F

H 0 5 K 1/02

H 0 1 L 23/12

J

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-50481

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月3日

(71) 出願人 000003296

電気化学工業株式会社

東京都千代田区有楽町 1丁目4番1号

(72) 発明者 辻村 好彦

福岡県大牟田市新開町 1 電気化学工業株式会社大牟田工場内

(72) 発明者 中村 美幸

福岡県大牟田市新開町 1 電気化学工業株式会社大牟田工場内

(72) 発明者 伏井 康人

福岡県大牟田市新開町 1 電気化学工業株式会社大牟田工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回路基板

(57) 【要約】

【課題】耐ヒートサイクル性に優れた高信頼性の回路基板を提供すること。

【解決手段】セラミックス基板の一方の面に金属回路、他方の面に金属放熱板が形成されてなり、その金属回路及び／又は金属放熱板は、第一、第二、第三以上の異なる3種以上の金属からなるクラッド箔であって、その第一の金属がセラミックス基板に接合されてなり、しかも第一の金属の端部がそれに隣接する第二の金属の端部よりもせり出ていることを特徴とする回路基板である。特に、第一の金属がアルミニウム、第二の金属がニッケル、第三の金属が銅からなるクラッド箔であり、第二の金属に対する第一の金属のせり出し長さが100 μ m以上であることを特徴とする上記回路基板。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミックス基板の一方の面に金属回路、他方の面に金属放熱板が形成されてなり、その金属回路及び／又は金属放熱板は、第一、第二、第三以上の異なる3種以上の金属からなるクラッド箔であって、その第一の金属がセラミックス基板に接合されてなり、しかも第一の金属の端部がそれに隣接する第二の金属の端部よりもせり出ていることを特徴とする回路基板。

【請求項2】 第一の金属がアルミニウム、第二の金属がニッケル、第三の金属が銅からなるクラッド箔であり、第二の金属に対する第一の金属のせり出し長さが100 μ m以上であることを特徴とする請求項1記載の回路基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セラミックス基板に金属回路と金属放熱板とが設けられてなる回路基板の改良に関するものであって、回路基板の信頼性を向上することを目的とするものである。本発明の回路基板は、電子部品のパワーモジュール等の組立に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】近年、ロボットやモーター等の産業機器の高性能化に伴い、大電力・高効率インバーター等パワーモジュールの変遷が進んでおり、半導体素子から発生する熱も増加の一途をたどっている。この熱を効率よく放散させるため、パワーモジュール基板では従来より様々な方法が取られてきた。特に最近、良好な熱伝導を有するセラミックス基板が利用できるようになったため、その基板上に銅板等の金属板を接合し、回路を形成後、そのままあるいはNiメッキ等の処理を施してから半導体素子を実装する構造も採用されつつある。

【0003】このようなモジュールは、当初、簡単な工作機械に使用されてきたが、ここ数年、溶接機、電車の駆動部、電気自動車に使用されるようになり、より厳しい環境条件下における耐久性と更なる小型化が要求されるようになってきた。そこで、セラミックス基板に対しても、電流密度を上げるための金属回路厚の増加、熱衝撃等に対する耐久性の向上が要求され、セラミックス焼結体の新たな製造研究により対応している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来、汎用されている回路基板は、アルミナ基板又は窒化アルミニウム基板に銅回路を形成させてなる構造のものであるが、更なる耐ヒートサイクル性に対する信頼性を向上させるため、最近では窒化アルミニウム基板にアルミニウム回路を形成させたものが開発されている。しかしながら、アルミニウムは電流密度等の電気的特性が銅よりも劣るので、そのような回路基板は広く普及されるまでには至っていない。

【0005】本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、その目的は耐ヒートサイクル性に優れた高信頼性の回路基板を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明は、セラミックス基板の一方の面に金属回路、他方の面に金属放熱板が形成されてなり、その金属回路及び／又は金属放熱板は、第一、第二、第三以上の異なる3種以上の金属からなるクラッド箔であって、その第一の金属がセラミックス基板に接合されてなり、しかも第一の金属の端部がそれに隣接する第二の金属の端部よりもせり出ていることを特徴とする回路基板である。特に、この回路基板において、第一の金属がアルミニウム、第二の金属がニッケル、第三の金属が銅からなるクラッド箔であり、第二の金属に対する第一の金属のせり出し長さが100 μ m以上であることを特徴とするものである。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、更に詳しく本発明について説明すると、回路基板の金属回路部分には数百アンペア、数千ボルトの高電圧、高電流が流れるため、現在、銅回路が主として用いられている。しかし、使用時の環境の変化や、スイッチングによる熱等によって熱衝撃を繰り返して受けるため、銅とセラミックスの熱膨張差による熱応力によってセラミックス基板の界面より銅回路が剥離する問題が生じていた。

【0008】銅とセラミックスの熱膨張差による熱応力は、熱膨張率だけではなく、その金属自体が持つ機械的性質、主に引張強度や耐力でその大きさが決まる。したがって、熱応力を軽減させるには、銅よりも引張強度や耐力の小さい金属を用いればよいが、そのような特性を持ち、しかも銅と同程度の電気的特性を有する金属は、今のところ現存しない。

【0009】そこで、本出願人は、異なる3種以上の金属からなるクラッド箔によって、金属回路及び／又は金属放熱板を形成することを提案した（特願平9-253076号、特願平9-305634号）。すなわち、第一、第二、第三ないしはそれ以上の異なる3種以上の金属で構成されたクラッド箔において、引張強度や耐力の小さい第一の金属をセラミックス基板に接合させることによって、第一の金属とセラミックス基板間との熱膨張差による熱応力を低減させ、その上に電気的特性の良好な第三の金属を、第一の金属と反応・拡散しあわないように、第二の金属を介在させたクラッド箔構造としたものである。

【0010】このようなクラッド箔構造とすることによって、金属回路及び／又は金属放熱板をエッチングによって形成することができるので、そのパターン形状には殆ど制約を受けないという長所がある。しかし、クラッド箔を構成している各金属のエッチング液に対する溶解速度が異なり、特に第一の金属が第二、第三の金属より

も速く溶解するので、第一の金属の端部がえぐれた状態となり、その部分に応力が集中する結果、折角高められた回路基板の信頼性が損なわれる恐れがあった。

【0011】そこで、本発明者らは、更に検討した結果、エッチング条件を調節することによって、セラミックス基板に接合している第一の金属の端部を、その金属に隣接している第二の金属の端部よりもせり出させた構造とすることによって、高信頼性の損なわれる心配から回避できることを見いだしたものである。

【0012】本発明で使用されるセラミックス基板の材質としては、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、アルミナ等であるが、パワーモジュールには窒化アルミニウムが適している。セラミックス基板の厚みとしては、厚すぎると熱抵抗が大きくなり、薄すぎると耐久性がなくなるため、0.5~0.8mm程度が好ましい。

【0013】セラミックス基板の表面性状は重要であり、微少な欠陥や窪み等は、金属回路、金属放熱板あるいはそれらの前駆体である金属板をセラミックス基板に接合する際に悪影響を与えるため、平滑であることが望ましい。従って、セラミックス基板は、ホーニング処理や機械加工等による研磨処理が施されていることが好ましい。

【0014】本発明で使用されるクラッド箔の構成金属について説明すると、引張強度や耐力が小さく、セラミックスとの熱膨張差による熱応力を低減する役割を持つ第一の金属としては、アルミニウム、鉛、白金等が好ましく、中でもアルミニウムが特に好ましい。また、電気的特性の良好な第三の金属としては、銅、銀、金、アルミニウム等が好ましく、中でも銅が特に好ましい。第一の金属に隣接する第二の金属としては、チタン、ジルコニウム、モリブデン、タングステン、ニッケル等が好ましいが、中でもニッケルが特に好ましい。クラッド箔の構成金属の厚みとしては、第一の金属が30~200 μ m、第二の金属が5~30 μ m、第三の金属が100~500 μ mであることが好ましい。

【0015】本発明において、第二の金属に対する第一の金属のせり出し長さは、クラッド箔構造の高信頼性を損なわせないために10 μ m以上、好ましくは100 μ m以上、特に好ましくは300 μ m以上とする。

【0016】このような第一の金属によるせり出し構造の金属回路及び／又は金属放熱板を形成するには、セラミックス基板とクラッド箔との接合体をエッチングする方法、クラッド箔から打ち抜かれた回路及び／又は放熱板のパターンをセラミックス基板に接合する方法等によって行うことができ、これらの際における接合方法としては活性金属ろう付け法が用いられる。

【0017】セラミックス基板とクラッド箔との接合体をエッチングする方法の場合は、そのエッチング液の種類、処理条件を工夫して行う。例えば、第一の金属が溶解されず、第二と第三の金属が溶解するようなエ

ッチング液を準備する。例えば、第一の金属がアルミニウム、第二の金属がニッケル、第三の金属が銅である場合、そのエッチング液は過酸化水素水溶液等である。次いで、上記接合体にエッチングレジストを所望するパターンに印刷した後エッチングを行うと、第二と第三の金属によるパターンが形成されるが、第一の金属はまだベタの状態である。そこで、第二と第三の金属によるパターンをマスキングしてから、第一の金属を溶解するエッチング液、例えば苛性ソーダ等のアルカリ水溶液等を用い、所望するせり出し長さが残るようにエッチングを行う。

【0018】更には、セラミックス基板とクラッド箔との接合体を、クラッド箔を構成している全ての金属が溶解するエッチング液、例えば塩化第二銅水溶液、塩化第二鉄水溶液等を用いてエッチングする。この場合は、クラッド箔を構成している全ての金属によってパターンが形成されるが、同時にエッチング速度の速い第一の金属の端部がえぐりとられた状態となっている。そこで、第一の金属による所望のせり出し長さとなる部分を残して第二と第三の金属をマスキングした後、第二、第三の金属を溶解するエッチング液でエッチングを行う方法によっても、せり出し構造の金属回路及び／又は金属放熱板を形成させることができる。

【0019】本発明において、第三の金属の端部の状態については、特に制限はないが、第二の金属の端部に対してせり出していないことが望ましく、第三の金属の端部は第二の金属の端部と同等位置ないしは第二の金属の端部よりも内側に位置していることが好ましい。

【0020】本発明で用いられる活性金属ろう付け法については、例えば特開昭60-177634号公報に記載されている。ろう材の金属成分は、アルミニウムとシリコンを主成分とし、熔融時のセラミックス基板との濡れ性を確保するために活性金属を副成分とする。活性金属成分は、セラミックス基板と反応して酸化物や窒化物を生成し、ろう材とセラミックス基板との結合を強固なものにする。活性金属の具体例をあげれば、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、ニオブ、タンタル、バナジウムやこれらの化合物である。本発明におけるこれらの比率としては、アルミニウム70~95重量部、シリコン30~5重量部及び銅0~5重量部の合計量100重量部あたり、活性金属1~30重量部である。接合温度は、560~640℃が望ましい。

【0021】

【実施例】以下、本発明を実施例と比較例をあげて具体的に説明する。

【0022】実施例1~6 比較例1~2

重量割合で、アルミニウム粉末86部、シリコン粉末10部、銅粉末4部及び水素化チタニウム粉末15部からなる混合粉末100部にテルビネオール15部とポリイソブチルメタクリレートトルエン溶液を加え、混練

してろう材ペーストを調製し、それを窒化アルミニウム基板（寸法：58mm×32mm×0.65mm 曲げ強さ：40kg/mm² 熱伝導率：170W/m・K）の両面に塗布した。その際の塗布量（乾燥後）は3mg/cm²とした。

【0023】次に、ろう材ペーストの塗布面にアルミニウム板（純度：99.5% 寸法：58mm×32mm×0.1mm）を接触配置し、真空度 1×10^{-5} Torr以下の高真空下、温度640℃で30分加熱した後、2℃/分の降温速度で冷却して接合体を製造した。

【0024】その後、上記接合体の両面にあるアルミニウム面に、ニッケル（58mm×32mm×10μm）と銅（58mm×32mm×0.3mm）からなるクラッド箔を、そのニッケル面をアルミニウム面に接触させて載置し、赤外線加熱方式の接合炉で、真空度0.1Torr以下の高真空下、630℃×5分の条件で熱処理して接合を行った。

【0025】得られた接合体は、第一の金属がアルミニウム、第二の金属がニッケル、第三の金属が銅であるクラッド箔が、そのアルミニウム面を窒化アルミニウム基板の両面に接合されてなる構造である。

【0026】次いで、この接合体の表裏面にUV硬化タイプのエッチングレジストをスクリーン印刷により塗布した後、表1に示す条件でエッチングを行い回路基板を作製した。実施例1、3～6では第一処理の後にはクラッド箔の構成金属の全てによってパターンが形成されていたので、表1に示されるせり出し長さの部分を残して*

【表1】

*再度レジスト印刷を行い、第二処理を行った。また、実施例2では第一処理を行った段階では、第二と第三の金属でパターンが形成されているが、第一の金属はベタ状態であったので第二処理を行って、大まかなせり出し部分を有するパターンを形成させた後、再度レジスト印刷後、第三処理を行い、表1に示されるせり出し長さを有する回路基板を作製した。比較例1は、第一処理と第二処理を続けて行った。

【0027】これら一連の処理を経て作製された回路基板について、第二の金属（ニッケル）に対する第一の金属（アルミニウム）のせり出し長さを、その部分の断面を切断・樹脂包埋・研磨した後、SEM観察により測定した。それらの金属回路面における結果を表1に示したが、金属放熱板面におけるせり出し長さは金属回路面とそれとほぼ同等であった。表1において、せり出し長さの「+」は第二の金属に対してせり出ていること示し、「-」はえぐりとられていることを示す。また、第三の金属（銅）の端部のせり出し状態についても観察したところ、いずれもせり出しておらず、その端部は第二の金属の端部よりも内側に位置していた。

【0028】更に、気中、-40℃×30分保持後、25℃×10分間放置を1サイクルとするヒートサイクル試験を行い、金属回路又は金属放熱板が剥離するサイクル数を測定した。それらの結果を表1に示す。

【0029】

【表1】

		第一処理				第二処理				第三処理				第一の金属のせり出し長さ μm	金属の剥離発生開始サイクル数 回
		溶液の種類	温度℃	濃度mol%	時間分	溶液の種類	温度℃	濃度wt%	時間分	溶液の種類	温度℃	濃度wt%	時間分		
実施例	1	CuCl ₂	50	1.5	30	H ₂ O ₂	50	10	10	-	-	-	-	+500	10000
	2	H ₂ O ₂	60	15%	60	NaOH	50	5	20	H ₂ O ₂	60	10	10	+500	10000
	3	FeCl ₃	50	1.5	30	H ₂ O ₂	50	10	10	-	-	-	-	+1000	20000
	4	FeCl ₃	50	1.5	30	H ₂ O ₂	50	2	5	-	-	-	-	+30	5000
	5	FeCl ₃	50	1.5	30	H ₂ O ₂	50	5	5	-	-	-	-	+100	6000
	6	FeCl ₃	50	1.5	30	H ₂ O ₂	50	10	5	-	-	-	-	+200	8000
比較例	1	H ₂ O ₂	60	15%	60	NaOH	50	5	20	-	-	-	-	-200	3200
	2	CuCl ₂	50	1.5	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-150	3100

【0030】実施例7

窒化アルミニウム基板のかわりに窒化ケイ素基板（曲げ強さ：1000kg/mm² 熱伝導率：70W/m・K）を用い、第一の金属をアルミニウム、第二の金属を※50

※クロム、第三の金属を銅にしたこと以外は、実施例1に準じて実施例1と同等のせり出し構造を有する回路基板を作製した。その結果、金属の剥離発生開始サイクル数は50000回であった。

【0031】

優れた高信頼性の回路基板が提供される。

【発明の効果】本発明によれば、耐ヒートサイクル性に

フロントページの続き

(72)発明者 寺野 克典

福岡県大牟田市新開町1 電気化学工業株
式会社大牟田工場内